



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina Veterinaria

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

**Descripción de la anatomía topográfica de las áreas de
auscultación y percusión cardíaca y pulmonar de la
alpaca (*Vicugna pacos*)**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Elvis Lorgio ESPIRITU TELLO

ASESOR

Alberto SATO SATO

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Espiritu, E. Descripción de la anatomía topográfica de las áreas de auscultación y percusión cardíaca y pulmonar de la alpaca (*Vicugna pacos*) [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2019.

H0JA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CÓDIGO ORCID DEL AUTOR

0000-0003-3725-3290

CODIGO ORCID DEL ASESOR

0000-0002-0028-7342

DNI DEL AUTOR

46528620

DNI DEL ASESOR

07306146

GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN

No fue financiada

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Av. Circunvalación 28, San Borja 15021

Coordenadas geográficas: -12.081698, -76.987703

AÑO O RANGOS DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ

Año 2018 - 2019



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO**

En el Auditorio Principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el martes 18 de junio de 2019, a las 12:00 horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° 0080-EPMV/FMV-2019, integrado por los siguientes profesores:

MV. PhD Leyva Vallejos, Víctor Raúl	Presidente de Jurado
MV. MSc. Sato Sato Alberto	Asesor de la Tesis
MV. Mg. Navarrete Zamora, Miluska Beatriz	Miembro del Jurado
MV. Mg. Delgado Castro, Alfredo	Miembro del Jurado

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, el Bachiller Don: **ESPIRITU TELLO, ELVIS LORGIO** para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

"DESCRIPCIÓN DE LA ANATOMÍA TOPOGRÁFICA DE LAS ÁREAS DE AUSCULTACIÓN Y PERCUSIÓN CARDIACA Y PULMONAR DE LA ALPACA (Vicugna pacos)",

Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Asesor de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **DIECIOCHO (18)**.

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las 13:25 horas, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

Leyva Vallejos, Víctor Raúl MV PhD Prof Principal DE

Sato Sato Alberto MV MSc Prof Extraordinario

Navarrete Zamora, Miluska Beatriz MV Mg Prof Asociado FC

Delgado Castro, Alfredo MV Mg Esp Prof Principal FC



DEDICATORIA

A mis queridos padres, Elvis y Luz, por su apoyo incondicional y la confianza que me brindaron en mi carrera.

Al Dr. Oballe y a mis mejores amigos Franck y Alvaro, muchas gracias por su apoyo y agradable compañía.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Alberto Sato, por su amistad, paciencia y dirigir este trabajo de investigación.

A Henry, Rondero y Jorge por su amistad y apoyo.

A Alvaro Vasquez por su apoyo incondicional.

A la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM, mi alma mater, por ser un lugar de grandes maestros e increíbles anécdotas en mi proceso de formación.

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
I.1 Generalidades.....	2
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
II.1 Lugar de trabajo.	6
II.2 Animales en estudio.....	6
II.3 Materiales:	6
II.4 Metodología.....	7
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
III.1 Cavidad torácica	9
III.2 Corazón	13
V. CONCLUSIONES.....	21
V. BIBLIOGRAFÍA.....	23

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar topográficamente las áreas de auscultación y percusión cardíaca y pulmonar en alpacas. Para ello se emplearon 6 alpacas huacaya adultas las cuales pasaron por anestesia, sangría y embalsamado; seguida de una divulsión topográfica del tórax, desde un plano superficial a uno profundo. Se determinó que las áreas de auscultación de las válvulas cardíacas fueron cuatro, con focos en el lado derecho e izquierdo de la cavidad torácica. En el lado izquierdo de la pared torácica se localizan tres válvulas cardíacas. La válvula atrioventricular izquierda se localizó entre el cuarto espacio intercostal y la quinta costilla y la válvula sigmoidea pulmonar en el tercer espacio intercostal. Estas dos válvulas se localizan a la altura de la línea de la articulación escápulo humeral. La válvula sigmoidea aórtica, en el cuarto espacio intercostal, ligeramente dorsal a la línea de la articulación escápulo humeral. En el lado derecho de la pared torácica, se ubicó la válvula atrioventricular derecha en el cuarto espacio intercostal a la altura de la línea de la articulación escápulo humeral. El área de auscultación y percusión pulmonar estuvo delimitada por tres líneas. Una línea craneal que se extendió desde el ángulo caudal de la escápula hasta la tuberosidad olecraneana de la ulna, una línea dorsal que parte del ángulo caudal de la escápula a la tuberosidad coxal y una línea caudoventral, línea curva que se extendió desde la sexta costilla a nivel de la articulación costochondral, en dirección dorsal y se intersectó con la línea dorsal a la altura del penúltimo espacio intercostal. Se concluye topográficamente que el área de auscultación y percusión pulmonar en la alpaca conserva similitudes con las especies equina, bovina y canina; sin embargo, se determinó que el área de auscultación cardíaca fue distinta a la descrita en estas especies.

Palabras clave: Auscultación, percusión, cardíaco, pulmonar, alpaca

ABSTRACT

The aim of this study was to determine topographically the cardiac and pulmonary auscultation and percussion areas in alpacas. For this aim, 6 adult Huacaya alpacas were used, which underwent anesthesia, bleeding-out and embalming. Afterwards, the thorax was divulsed topographically from superficial to deep anatomical planes. It was determined that the auscultation areas for the heart valves were four, with spots in the left and right sides of the thoracic cavity. In the left side of the thoracic wall three valves were located. The left atrioventricular valve was located between the fourth intercostal space and the fifth rib; and the pulmonary sigmoid valve in the third intercostal space. These two valves are located at the level of the scapulohumeral joint line. On the right side of the thoracic wall, the right atrioventricular valve was located in the fourth intercostal space at the level of the scapulohumeral joint line. The pulmonary auscultation and percussion area was delimited by three lines: a cranial line which was extended from the caudal angle of the scapula to the olecranon tuberosity of the ulna; a dorsal line, which started from the posterior angle of the scapula to the coxal tuberosity; and a caudoventral line, which was extended from the sixth rib at the level of the costochondral joint in dorsal direction and intersected with the dorsal line at the level of the penultimate intercostal space. It was concluded topographically that the pulmonary auscultation and percussion area in the alpaca retains similarities with the equine, bovine and canine species; however it was determined that the cardiac auscultation area was different from the one described for these species.

Key words: Auscultation, percussion, cardiac, pulmonary, alpaca.

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Componentes para la preparación de 10 litros de la solución de embalsamiento...15

LISTA DE FIGURAS

pag.

Fig.1. Limite caudoventral del perro.....	13
Fig.2. Escotadura pulmonar cardiaca izquierda.....	19
Fig.3. Escotadura pulmonar cardiaca derecha.....	20
Fig.4. Base del corazón.....	21
Fig.5. Imagen radiológica latero-lateral de la ubicación del corazón <i>in situ</i>	22
Fig.6. Lado izquierdo de la pared torácica de la alpaca.....	24
Fig. 7. Lado derecho de la pared torácica de la alpaca.....	25
Fig. 8. Delimitación del área de auscultación pulmonar en alpacas (lado izquierdo).....	26
Fig. 9. Delimitación del área de auscultación pulmonar en alpacas (lado derecho).....	27
Fig.10. Área de auscultación y percusión pulmonar izquierda.....	27
Fig.11. Área de auscultación y percusión pulmonar derecha.....	28

INTRODUCCIÓN

El Perú, actualmente, es el principal productor de Camélidos Sudamericanos (CSA) albergando más del 85% de alpacas en el Mundo, estimándose una población de alpacas a nivel nacional de 3'924,230; según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2012). Por ello, teniendo en cuenta la gran importancia socioeconómica de la alpaca como recurso natural; cobra gran relevancia todo estudio que contribuya a un mejor conocimiento, en este caso anatómico, de esta especie animal. En la actualidad, el conocimiento que se tiene referente al área de auscultación y percusión cardíaca y pulmonar en alpacas (*Vicugna pacos*) es poco detallado.

Es así que, el conocimiento anatómico-descriptivo detallado obtenido del área de auscultación y percusión cardíaca y pulmonar en alpacas será muy importante, pues existen diferencias en las áreas de auscultación y percusión cardíaca y pulmonar en las otras especies domésticas a nivel clínico, y teniendo en cuenta que las alpacas padecen afecciones a nivel cardíaco y pulmonar que constituyen una limitante para su crianza, será de gran utilidad para el clínico, permitiéndole una mejor exploración clínica del corazón y pulmones en esta especie.

A partir de lo expuesto, el presente estudio pretende describir anatómicamente las áreas de auscultación y percusión cardíaca y pulmonar en alpacas, mediante técnicas de disección desde un plano superficial a profundo con los órganos *in situ* para su determinación topográfica.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1 Generalidades

La crianza de CSA, camélidos domésticos, es una de las actividades de mayor importancia e impacto en el desarrollo socioeconómico altoandino de nuestro país, pues es una especie adaptada a las difíciles condiciones medioambientales de alturas por encima de los 4000 m.s.n.m.; además, por su empleo como fuente de proteína de origen animal y por la producción de fibra de calidad (Fowler, 2010 ; Paredes, 2012).

La evaluación anatómo-topográfica del corazón y pulmones es crítica en la evaluación clínica de distintas enfermedades, especialmente las relacionadas con el aparato respiratorio y el sistema cardiovascular en animales domésticos y humanos (Rehan y Sarwar, 2007). Los eventos respiratorios anormales son comunes en camélidos sudamericanos enfermos o estresados. Sin embargo, comparado con otras especies unguladas domésticas, estos procesos comúnmente son debido a enfermedades multisistémicas o una disfunción del tracto respiratorio superior. Así mismo, el examen físico del sistema cardiovascular implica la evaluación del color, humedad y tiempo de llenado de las membranas mucosas, palpación torácica y auscultación (Cebra *et al.*, 2014).

I.2 Características anatómicas del tórax de los animales domésticos

El tórax es la porción craneal del tronco y está situado entre el cuello y el abdomen. La cavidad torácica es el espacio dentro del tórax y contiene a los órganos torácicos, las pleuras y las cavidades pleurales (Fuentes, 1953; Shively, 1993; Nómima Anatómica, 2017). El tórax óseo está formado por las vértebras torácicas, las costillas y el esternón (Fuentes, 1953; König y Liebich, 2005).

El espacio encerrado por la cavidad torácica, es accesible cranealmente por la abertura existente entre las dos primeras costillas, la abertura torácica craneal. La abertura caudal se

encuentra entre los arcos costales y separado de la cavidad abdominal por el diafragma. En los herbívoros, el tórax está comprimido lateralmente en su porción craneal y se amplía caudalmente, mientras que en los carnívoros es más compacto haciéndose más profundo en la parte ventral (König y Liebich, 2005). En el interior de la cavidad torácica se localizan órganos de importancia para el diagnóstico clínico relacionados a enfermedades cardiovasculares: como son el corazón y los pulmones (Evans y De Lahunta, 2002).

Con respecto a los músculos de la pared lateral del tórax según Medina (1995), que describe la parte craneal del tórax; desde la primera hasta la séptima costilla, estuvo cubierta en gran parte por el miembro torácico, y dentro de los músculos propios del tórax se observó al músculo dorsal ancho, músculo pectoral profundo, parte cervical del músculo trapecio, músculo serrato ventral y músculos intercostales externos e internos. En la porción caudal del tórax, formada por las últimas cinco costillas, estuvieron presentes la fascia toracolumbar, el músculo oblicuo abdominal externo, el músculo serrato dorsal, y los músculos intercostales externos e internos.

El corazón en la mayoría de animales domésticos se localiza en el mediastino medio, extendiéndose de acuerdo a la especie doméstica desde la tercera a la sexta costilla en el caso del perro (Evans y De Lahunta, 2002); del segundo al sexto espacio intercostal en el caso del equino y en el bovino desde el segundo al quinto espacio intercostal protegido por el miembro torácico (Dyce *et al.*, 2007). Pérez *et al.* (2017) describen que en la alpaca la extensión del corazón se da desde la tercera costilla hasta el sexto espacio intercostal. El corazón a través de sus cavidades ventriculares se pone en contacto con las paredes de la cavidad torácica que permite la auscultación de las válvulas atrioventriculares derecha e izquierda y las válvulas sigmoideas aórtica y pulmonar (Dyce *et al.*, 2007).

Los puntos para la auscultación de las válvulas cardíacas varían según la especie de animales mamíferos domésticos. La válvula atrioventricular izquierda; en el canino, se localiza en el quinto espacio intercostal a nivel de la articulación costochondral; en el equino, se localiza también en el quinto espacio intercostal, caudodorsal a la punta del codo y en el caso del bovino, ésta se ubica entre el cuarto espacio intercostal y la quinta costilla. La válvula atrioventricular derecha; en el caso del canino, se localiza entre tercer espacio intercostal derecho y el quinto; en el equino, se localiza entre el tercer y cuarto espacio intercostal y en el bovino, se localiza entre el cuarto espacio intercostal y la cuarta costilla. La válvula semilunar aórtica; en el caso del canino, se localiza en el cuarto espacio intercostal, a nivel de la articulación costochondral, apenas ventral a la articulación del hombro; en el equino, se localiza en el cuarto espacio intercostal, ligeramente dorsal a la articulación del hombro y en el caso del bovino, se ubica a nivel de la cuarta costilla. La válvula semilunar pulmonar izquierda; en el canino, se localiza en el tercer espacio intercostal

a nivel de la articulación condrocostal; en el equino, se ubica en el tercer espacio intercostal ligeramente ventral a la articulación escápulo humeral y en el caso del bovino, se localiza entre la tercera costilla y tercer espacio intercostal (Dyce *et al.*, 2007; Radostits *et al.*, 2002; Tilley *et al.*, 2009).

En la alpaca, mediante disección, Sato y Guzmán (1978), describen la ubicación anatómo-topográfica de las cuatro válvulas cardíacas. La válvula sigmoidea pulmonar, en el tercio distal del tercer espacio intercostal, por debajo de la línea imaginaria de la articulación escápulo humeral; la válvula sigmoidea aórtica, en el tercio medio del cuarto espacio intercostal a la altura de la articulación escápulo humeral; la válvula atrioventricular izquierda en el tercio distal del tercer espacio intercostal, a nivel de la articulación escápulo humeral; y la válvula atrioventricular derecha, en el tercio distal del tercer espacio intercostal, a nivel de la articulación escápulo humeral.

En el camello (*Camelus dromedarius*), mediante ecocardiografía se determinó los puntos anatómico-topográficos de las válvulas cardíacas. Paraesternalmente, en el lado derecho, fue posible identificar la válvula tricúspide y mitral en el quinto espacio intercostal, y las válvulas pulmonares y aórticas en el tercer espacio intercostal, del mismo lado. Así mismo, en el lado izquierdo fue posible ubicar a las válvulas tricúspide y mitral (Tharwat *et al.*, 2012).

En el mismo sentido, Cebra *et al.*, (2014) identificaron por ultrasonido que en alpacas (*Vicugna pacos*) la válvula pulmonar se localiza en el tercer espacio intercostal, más dorsalmente se ubica la válvula aórtica en el cuarto espacio intercostal y la válvula mitral en el cuarto o quinto espacio intercostal del hemitórax izquierdo. La válvula tricúspide se localiza en el hemitórax derecho sobre el cuarto espacio intercostal.

Otros órganos importantes que se localizan en la cavidad torácica son los pulmones que para ser auscultados respecto a su condición funcional es necesario tener conocimiento de los puntos anatómo-topográficos. El área de auscultación se ha determinado mediante tres líneas: línea dorsal, lineal craneal y lineal caudoventral. Para trazar la línea imaginaria craneal, se toma como referencia la tuberosidad olecraneana y el ángulo caudal de la escápula, que pasa caudal al músculo tríceps braquial; la lineal dorsal, se traza teniendo como referencia el ángulo caudal de la escápula y la tuberosidad coxal, esta línea corre paralela a los procesos transversos torácicos y lumbares, y lateral a los músculo epaxiales; y la línea caudoventral, que describe una curva convexa hacia atrás, se traza desde la tuberosidad olecraneana de la ulna, en su trayecto se intersecta con la línea de la articulación escápulo humeral en la octava costilla en el caso del perro, en la novena costilla en el caso del bovino, en la décima costilla en el caso del equino, y corta la línea dorsal a nivel del penúltimo espacio intercostal en la mayoría de los animales mamíferos

domésticos, estas líneas delimitan el área de auscultación y percusión pulmonar (McFarland, 1970; Radostits *et al.*, 2002; Sarmiento, 2011).

Desde el punto vista clínico, Radostits *et al.* (2002) mencionan que, en perros y gatos, el límite dorsal de auscultación pulmonar es el margen lateral de los músculos paravertebrales. El borde basal (línea caudoventral) del pulmón se extiende en una curva desde la unión costocondral de la sexta costilla, pasando por la mitad de la octava costilla hasta intersectar la línea dorsal en el penúltimo espacio intercostal. En los equinos, el límite dorsal del área de auscultación y percusión pulmonar es el margen lateral de los músculos paravertebrales largos, el más lateral de los cuales termina en los ángulos de las costillas. El borde craneal está formado por el musculo tríceps y varía con la posición de las extremidades pectorales. El borde basal del pulmón (línea caudoventral) se extiende desde la unión costocondral de la sexta costilla, a lo largo de la mitad de la decimoprimer a la decimosegunda costilla, hasta intersectar la línea dorsal en el penúltimo espacio intercostal. En bovinos, el límite dorsal del área de auscultación y percusión es el margen lateral de los músculos paravertebrales. El borde basal del pulmón (línea caudoventral) se extiende desde la unión costocondral de la sexta costilla hasta intersectar la línea dorsal en el penúltimo espacio intercostal.

Marek (1973), toma como referencia para el límite caudoventral tres líneas imaginarias: línea ileaca, línea isquiática y línea del encuentro: por ejemplo, en el perro la línea isquiática a la altura del decimoprimer espacio intercostal; la isquiática en el décimo espacio intercostal y la del encuentro en el octavo espacio intercostal en estos puntos se cruzan con la línea caudo ventral (Fig. 1).

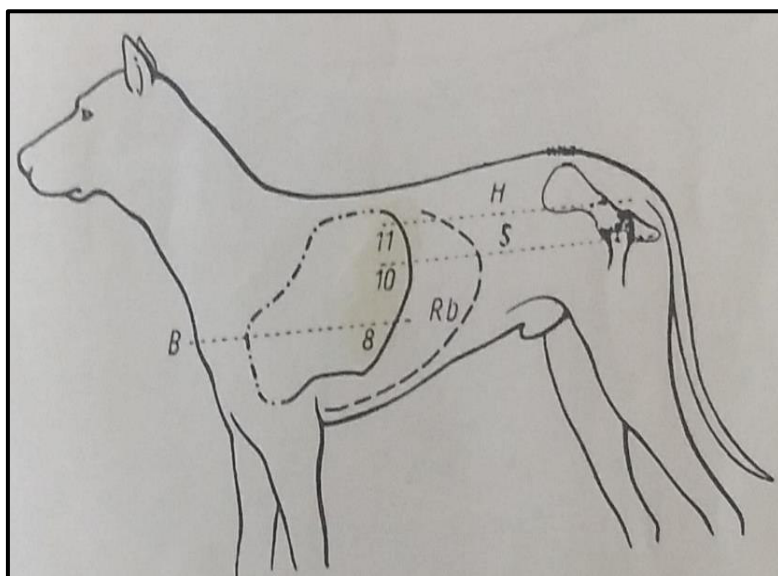


Fig. 1. Limite caudoventral del perro, adaptado de Marek (1973). H: línea iliaca, S: línea isquiática, B: línea del encuentro. 8, 10, 11 espacios intercostales. Rb, Receso pulmonar.

MATERIALES Y MÉTODOS

II.1 Lugar de trabajo.

El estudio fue realizado entre los meses de enero y marzo del año 2016 en el Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima, ubicado en el distrito de San Borja, Lima-Perú.

II.2 Animales en estudio

Se utilizaron 6 alpacas adultas huacaya (3 machos y 3 hembras), de 4 a 7 años de edad, con condición corporal de 2.5 a 3 (escala de 1-5 según lo descrito por Australian Alpaca Association (2008)), y aparentemente sanas; las cuales provinieron de la comunidad de Pachacayo, distrito de Canchayllo, provincia de Jauja, departamento de Junín, con destino al Laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y posteriormente al Laboratorio de Anatomía Animal.

II.3 Materiales:

- Manómetro de mercurio, balón de vidrio y tubos de goma.
- Compresora de aire, aspirante impelente de $\frac{3}{4}$ HP, a una presión de 100 mmHg.
- Cánulas arteriales
- Jeringas descartables de 20 cc
- Clamps arteriales
- Agujas de 18G x 1
- Mango de bisturí n° 4
- Hoja de bisturí n° 24

- Tijera mayo recta y curva
- Sonda acanalada
- Pinza mayo recta y curva
- Guantes de látex
- Mascarilla
- Sierra manual

II.3.1 Fármacos:

- Tres frascos de solución anestésica – pentobarbital sódico (Halatal® 6.5%, Montana. Perú)
- Acepromacina maleato (Promazil® 1 %, Montana. Perú)

II.3.2 Medios de conservación:

La preparación de la solución de embalsamiento para la conservación de los especímenes se detalla a continuación.

Cuadro 1. Componentes para la preparación de 10 litros de la solución de embalsamiento

Componente	Volumen (ml)
Formol 40 %	1000
Alcohol 70 %	8000
Acido fénico	400
Glicerina	600

II.4 Metodología

Técnica de anestesia, sangría y conservación de los animales en estudio

Los 6 animales fueron previamente tranquilizados con el uso de un fenotiazínico, como premedicación (Maleato de acepromacina, Promazil® 1%, Montana. Perú) (0.15 mg/kg vía I.M.) para luego ser anestesiados con Pentobarbital sódico (Halatal® 6.5%, Montana. Perú), y administrado vía endovenosa en la yugular externa en dosis de 20 mg/Kg de peso vivo (Fowler, 2010). Luego de alcanzar el plano anestésico profundo, se practicó una incisión longitudinal en el rafe medio ventral del cuello a fin de exponer la arteria carótida común y la vena yugular

externa. Se procedió a realizar un corte aproximado de 1 cm en ambos vasos sanguíneos para lograr una sangría en blanco y embalsamado con solución conservadora descrita en el cuadro 1, se usó una bomba aspirante-impelente a una presión de 150 mm de Hg. Todos los procedimientos se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Anatomía Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.

II.4.1 Divulsión y disección:

Después del séptimo u octavo día, para una mejor difusión del líquido conservador, previo tusado de la fibra para la incisión de los planos, se realizó la disección y divulsión topográfica de la región del tórax, desde el plano superficial al profundo, reconociendo las estructuras anatómicas y relacionándolas entre sí para describir topográficamente las áreas de auscultación y percusión cardiopulmonar.

La disección del lado derecho como la del izquierdo del tórax se realizó desde el plano superficial al profundo retirando el músculo cutáneo del tronco, dorsal ancho, serrato ventral, pectoral superficial y profundo, escaleno (medio y ventral); y finalmente los músculos intercostales externos e internos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para la descripción de la anatomía topográfica de las áreas de auscultación y percusión cardíaco y pulmonar de las alpacas en estudio se tomaron imágenes de los planos de disección, de los órganos *in situ* de la cavidad torácica para su descripción.

3.1 Cavidad torácica

3.1.1 Forma:

La forma de la cavidad torácica de las alpacas fue similar al de un cono truncado, con la base en caudal y el vértice en craneal; aplanado lateralmente, parcialmente cubierto por el miembro torácico, que se une en craneal al esqueleto mediante las vértebras cervicales y en caudal a las vértebras lumbares, similar a lo descrito por Dyce *et al.* (2007) y Fuentes (1953) que describen que en la alpaca el límite caudal se puede determinar mediante una línea imaginaria trazada desde la última vertebra torácica hasta el apéndice xifoides del esternón, tal como se pudo observar en la disección de las alpacas trabajadas.

3.1.2 Piel:

La piel de la alpaca en la porción dorsal (1.25 mm aproximadamente) de la región torácica, fue relativamente más gruesa que de la región lateral (1 mm aproximadamente) y ventral (0.86 mm aproximadamente.), inclusive más gruesa que de la región que cubre los miembros torácicos, de acuerdo a las razas de la especie (Torres *et al.*, 2007), similar a lo que se observa en el ovino (Costa *et al.*, 2006).

III.1.3 Base ósea:

Se observó que el techo de la cavidad torácica estuvo conformado por 12 vértebras torácicas en las alpacas en estudio, lo que las diferencia de lo reportado en otras especies domésticas como en el canino, ovino, bovino y caprino; quienes presentan 13 vértebras torácicas o del equino quien cuenta con un número de 18 (Shively, 1993; Evans y De Lahunta, 2002) y en el cerdo que varía

de 14-15, debido a la variedad de las razas, especialmente razas de cuerpo largo el Landrace (Shively, 1993).

Las paredes laterales de la cavidad torácica correspondientes a las costillas estaban en relación con las vértebras torácicas, es decir 12 pares de costillas para la alpaca; lo que difiere a las del perro, ovino, bovino, caprino que son en número de 13 o del equino en número de 18 (Shively, 1993; Evans y De Lahunta, 2002) y del cerdo que varía de 14-15 (Shively, 1993). Todas ellas articulándose dorsalmente con las vértebras torácicas y ventralmente directamente o indirectamente con el esternón, no presentando costilla flotante, como sí se da en el caso del perro (Evans y De Lahunta, 2002; Sisson *et al.*, 2000).

La pared ventral o piso de la cavidad torácica en la alpaca estaba limitada por el esternón, estructura conformada por dos extremidades: manubrio y proceso xifoides; y un cuerpo formado por 4 esternobras, es decir, que el esternón estuvo formado por 6 segmentos incluidos el manubrio y el proceso xifoideo, a diferencia del perro que posee 9 segmentos incluyendo el manubrio y el proceso xifoideo (Evans y De Lahunta, 2002); en el bovino, el cuerpo del esternón está conformado por 5 esternobras más el manubrio y el proceso xifoideo, es decir 7 segmentos (Budras *et al.*, 2011; Sisson *et al.*, 2000) y del equino, cuyo esternón consiste de una porción craneal correspondiente al manubrio que continua con la porción del cuerpo formado por 3 esternobras, aplanadas lateralmente; además, el proceso xifoideo está aplanado dorsoventralmente (Budras *et al.*, 2009). La alpaca no presentó cresta cartilaginosa ventral externa a diferencia del equino en el cual se observa una cresta manifiesta similar a la del bovino (König y Liebich, 2005); mientras que en el perro no presenta cresta cartilaginosa ventral externa (Evans y De Lahunta, 2002; Sisson *et al.*, 2000).

Los espacios intercostales en el tercio medio distal, el ancho va aumentando desde el quinto espacio intercostal al décimo primer espacio, debido a que el tercio medio distal de las costillas van disminuyendo en ancho, desde la costilla 7 a la costilla 12. Esta forma de los espacios intercostales permite identificar la escotadura pulmonar cardíaca que en el caso del pulmón izquierdo es más pronunciada que la del lado derecho, dichas escotaduras pulmonares cardíacas derecha e izquierda se extendieron desde la tercera a la quinta costilla, similar a lo descrito por Sato y Guzmán (1978).

Con respecto a los músculos de la cavidad torácica de las alpacas disecadas, se observó que la parte craneal del tórax, desde la primera hasta la séptima costilla, estuvo cubierta en gran parte por el miembro torácico y dentro de los músculos propios del tórax se observó al músculo dorsal ancho, músculo pectoral profundo, parte cervical del músculo trapecio, músculo serrato ventral y músculos intercostales externo e interno. En la porción caudal del tórax, formada por las últimas

cinco costillas, estuvieron presentes la fascia toracolumbar, el músculo oblicuo abdominal externo, el músculo serrato dorsal, y los músculos intercostales externos e internos, similar a lo descrito por Medina (1995) en la alpaca.

El área de la escotadura pulmonar cardiaca del lado izquierdo fue mucho más amplia que la del lado derecho (Fig.3), lo que permite mayor contacto del corazón con la pared costal, lo que facilitaría la auscultación de las válvulas del corazón. En el caso de la alpaca, la escotadura pulmonar cardiaca fue más amplia en el lado izquierdo (Fig.2), similar a la descrita para las otras especies de animales domésticos: equino, bovino (Shively, 1993; Evans y De Lahunta, 2002) a diferencia del perro donde la escotadura pulmonar cardiaca es más pronunciada en el lado derecho (Evans y De Lahunta, 2002).

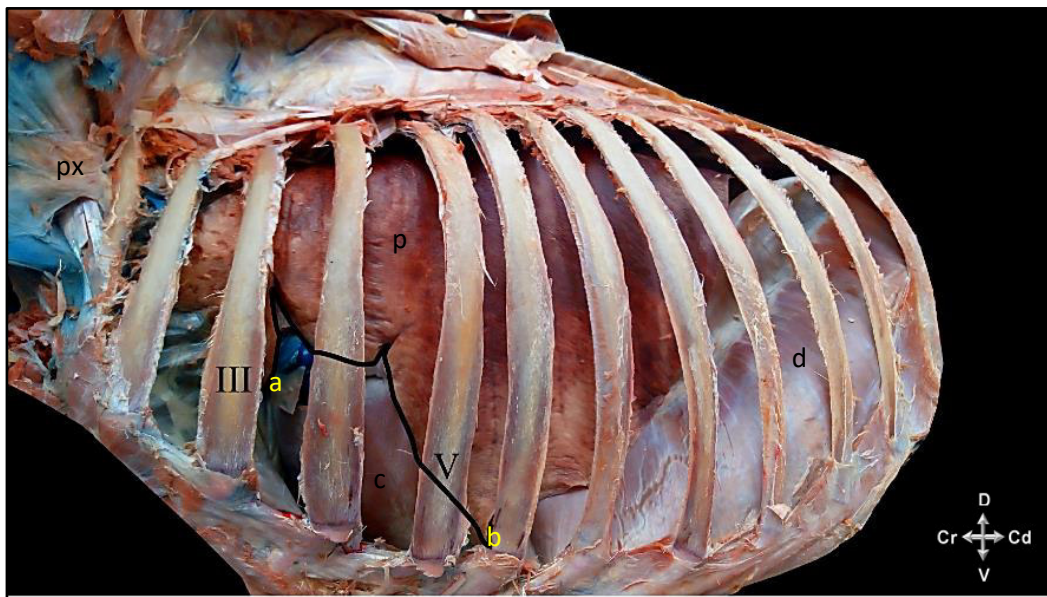


Fig. 2. Escotadura pulmonar cardiaca izquierda delimitada por la línea a-b.

p, pulmón. d, diafragma. px, plexo braquial. III, tercera costilla. V, quinta costilla.

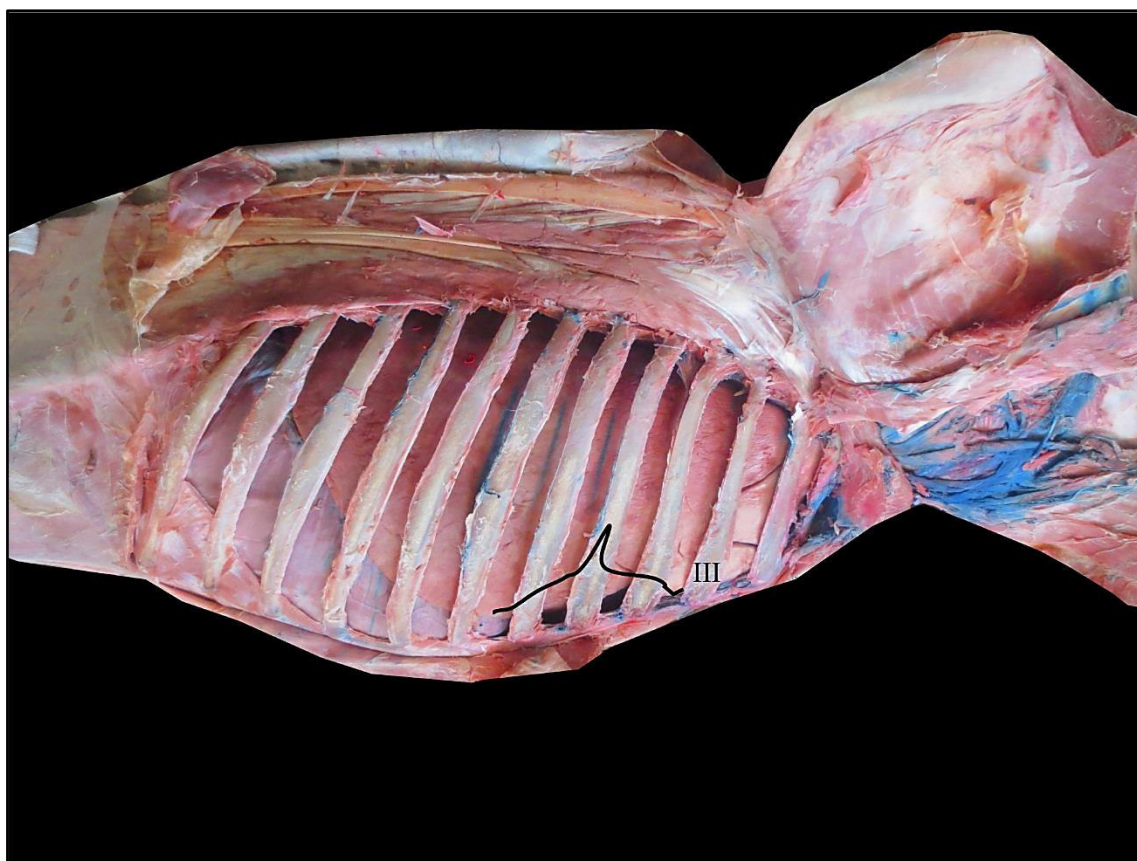


Fig.3. Escotadura pulmonar cardiaca derecha delimitada por la línea a-b.

p, pulmón. d, diafragma. px, plexo braquial. III, tercera costilla.

III.2 Corazón

III.2.1 Situación:

En la alpaca el corazón presentó una posición casi vertical o ligeramente inclinada dorsoventrocaudal similar a la descrita para el equino y el bovino (Shively, 1993; Budras *et al.*, 2009; Budras *et al.*, 2011) a diferencia a la del perro y gato que es más inclinada (Shively, 1993; Evans y De Lahunta, 2002).

La base se extendió desde la tercera a la quinta costilla y el vértice estuvo a nivel del sexto espacio intercostal (Fig. 4) casi en contacto con el piso de la cavidad torácica, tal como se puede observar en la imagen radiológica latero-lateral (Fig. 5), similar a lo descrito por Pérez *et al.*, (2017) en alpacas adultas, se diferencia de lo descrito en otras especies domésticas, pues en el equino el corazón se sitúa entre el segundo y sexto espacio intercostal, y en el bovino el corazón de ubica desde el segundo espacio hasta el quinto espacio intercostal (Dyce *et al.*, 2007).

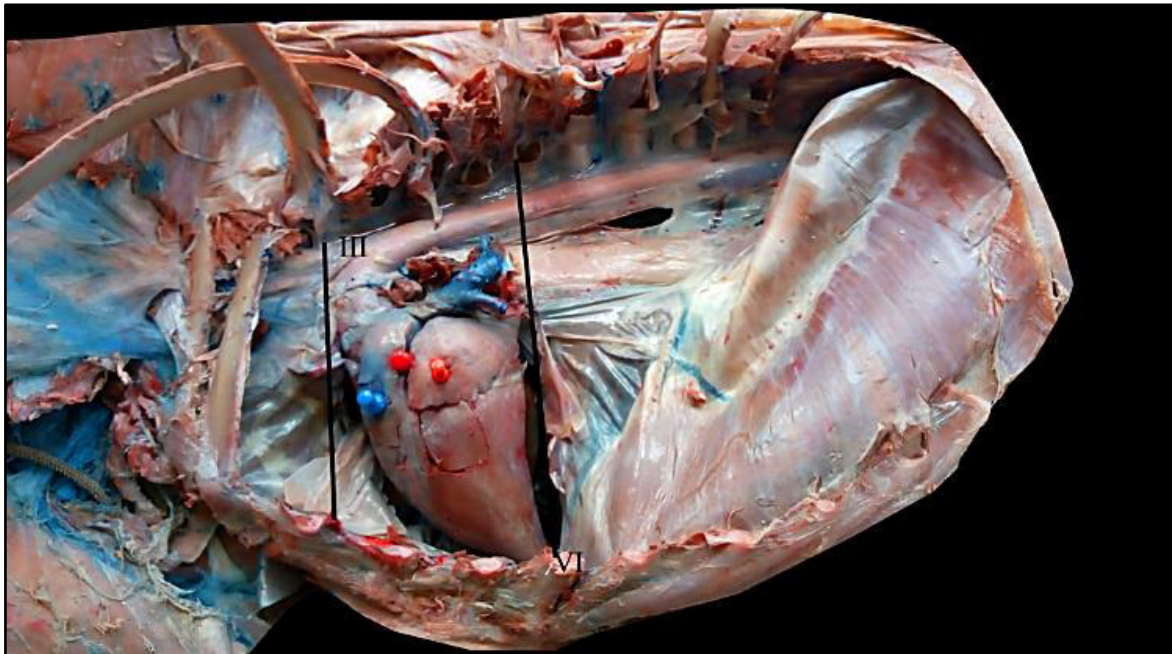


Fig. 4. La base del corazón se extendió desde la tercera a la quinta costilla y el vértice estuvo a nivel del sexto espacio intercostal. **P**, válvula sigmoidea pulmonar. **A**, válvula sigmoidea aórtica.

M, válvula atrioventricular izquierda (válvula mitral). **d**, diafragma. **px**, plexo braquial. **e**, esternón. **c**, corazón. **III**, tercera costilla. **VI**, sexta costilla.

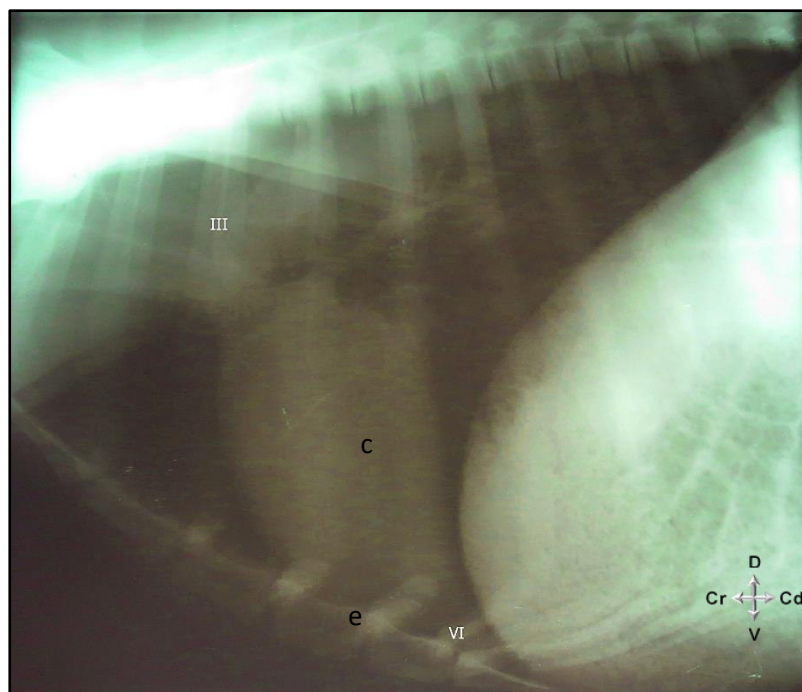


Fig. 5. Imagen radiológica latero-lateral de la ubicación del corazón “*in situ*”. Placa tomada en la Clínica de Animales Menores de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. **c**, corazón. **e**, esternón. **III**, tercera costilla. **VI**, sexta costilla.

El corazón presentó la forma de un cono truncado con la base en dorsal y el vértice en ventral, y dos caras muy notorias, la cara craneal convexa; relacionada con la pared lateral y el piso del tórax, y la cara caudal casi vertical y ligeramente cóncava y relacionada con el diafragma. La inclinación del corazón de la alpaca fue menor a la descrito en el perro y el gato; casi vertical, semejante a lo descrito a lo del bovino y equino (Budras *et al.*, 2009; Budras *et al.*, 2011)

El corazón de la alpaca es similar al de las otras especies de animales mamíferos domésticos. Presentó el surco coronario que dividió internamente en cavidades, atrios y ventrículos que a su vez se subdividieron para finalmente presentar las cuatro cavidades características, dos atrios y dos ventrículos. Internamente los atrios se comunicaron con sus respectivos ventrículos mediante unos forámenes denominados atrioventriculares derecho e izquierdo, al igual que al inicio de la arterias aorta y pulmonar donde se ubicaron las válvulas sigmoideas aortica y pulmonar respectivamente. La función de las válvulas atrioventriculares derecha e izquierda y las sigmoideas es impedir el retorno de sangre de los ventrículos a los atrios y el retorno de la sangre desde las arterias, aorta y pulmonar a sus respectivos ventrículos izquierdos y derecho respectivamente, esta disposición de las válvulas es similar a las otras especies de animales mamíferos domésticos (Evans y De Lahunta, 2002; Shively, 1993; Budras *et al.*, 2009).

El corazón estuvo cubierto por el pericardio en el cual se distinguieron dos hojas una que tapizo el corazón y otra, externa que mantuvo estrecha relación con la pleura pulmonar y la pared costal de la cavidad torácica (Shively, 1993).

Con relación a la pared torácica izquierda:

La válvula atrioventricular izquierda se localizó entre el cuarto espacio intercostal y la quinta costilla, a nivel de la línea de la articulación escápulo - humeral, a diferencia de lo que describen Sato y Guzmán (1978) que mencionan que la posición de la válvula atrioventricular izquierda en la alpaca, se ubicó a nivel del tercer espacio intercostal, sin considerar la posición del animal. La localización de la válvula atrio ventricular izquierda es similar a lo descrito en otras especies de animales domésticas como en el equino, bovino, ovino y distinto al canino y al felino, en los cuales se localiza en el quinto espacio intercostal según lo descrito por Dyce *et al.*, (2007); y similar a lo que describe Cebra *et al.* (2014), mediante ecografía, entre el cuarto espacio intercostal y la quinta costilla.

La válvula sigmoidea pulmonar se ubicó en el tercer espacio intercostal, craneal a la cuarta costilla, a la altura de la articulación del hombro y craneal de la válvula atrio ventricular izquierda; similar a lo descrito para las otras especies de animales mamíferos domésticos McFarland (1970) y similar a lo descrito por Sato y Guzmán (1978) y Cebra *et al.* (2014) que mencionan que la posición de la válvula se ubicó a nivel del tercer espacio intercostal (Fig. 6).

La valva sigmoidea aórtica se ubicó en el cuarto espacio intercostal, caudal a la cuarta costilla, ligeramente dorsal a la línea de la articulación escapulo - humeral y dorsal a las dos válvulas atrio ventricular izquierda y sigmoidea pulmonar, esta disposición fue observada en las otras especies de animales domésticos (McFarland ,1970; Shively, 1993; Budras *et al.*, 2009; Budras *et al.*, 2011). (Fig. 6); similar a lo descrito por Sato y Guzmán (1978) y Cebra *et al.* (2014).

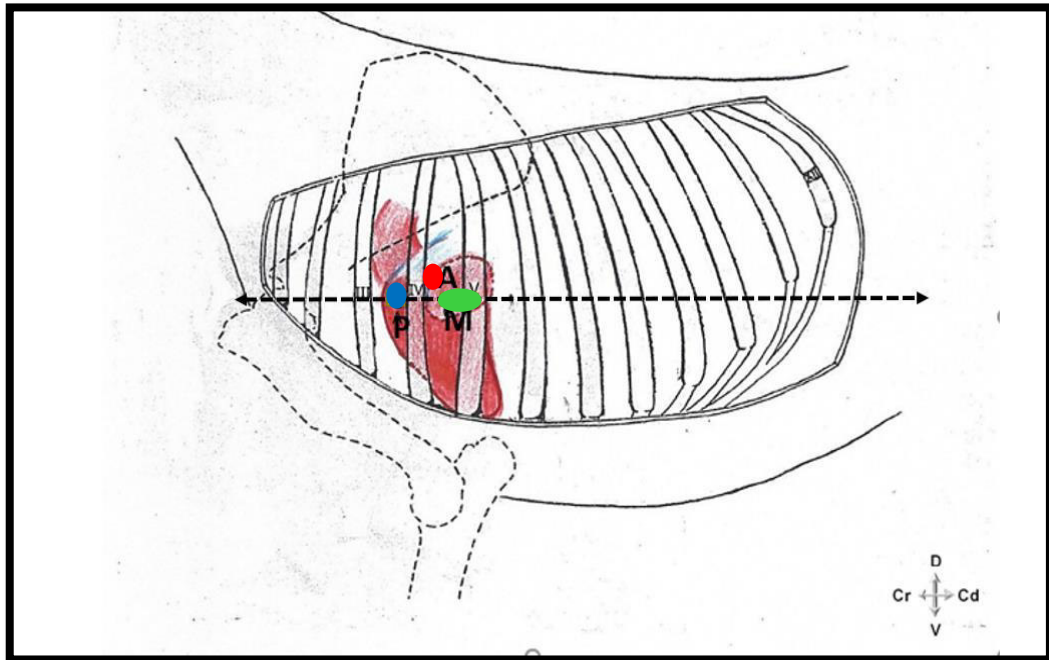


Fig. 6. Lado izquierdo de la pared torácica de la alpaca, donde se indican las válvulas: sigmoidea pulmomar (**P**), sigmoidea aórtica (**A**) y auriculoventricular izquierda o mitral (**M**).
III, tercera costilla. **IV**, cuarta costilla. **V**, quinta costilla.

Con relación a la pared torácica derecha

La válvula atrioventricular derecha (tricúspide) se ubicó en el cuarto espacio intercostal, en el tercio medio a la altura de la articulación escápulo humeral (Fig.7), similar a lo descrito por Sato y Guzmán (1978) y Cebra *et al.* (2014), que mencionan que la posición de esta válvula está en el cuarto espacio intercostal mientras que en las otras especies de animales mamíferos domésticos se ubica entre el tercer y cuarto espacio intercostal (McFarland, 1970).

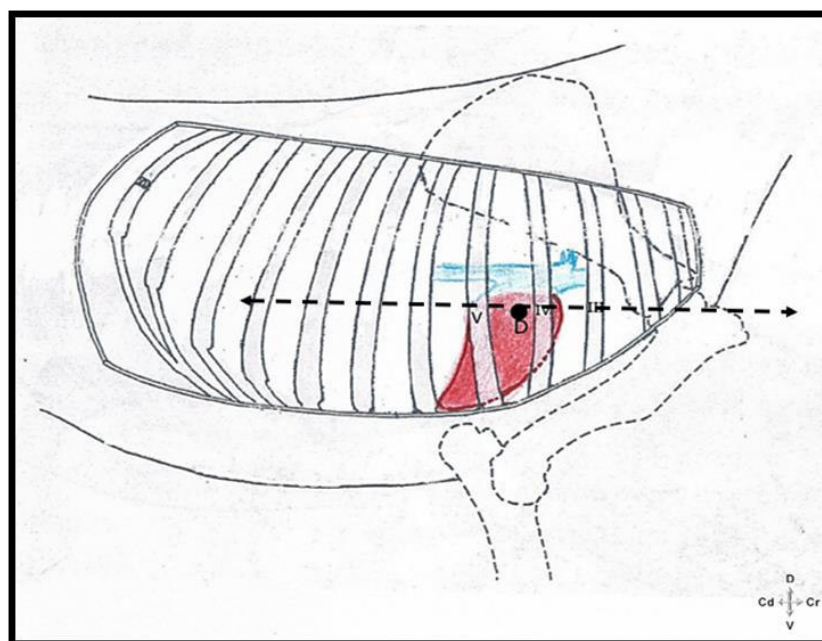


Fig. 7. Lado derecho de la pared torácica de la alpaca, donde se indica la válvula atrioventricular derecha o tricúspide (T). III, tercera costilla. IV, cuarta costilla. V, quinta costilla.

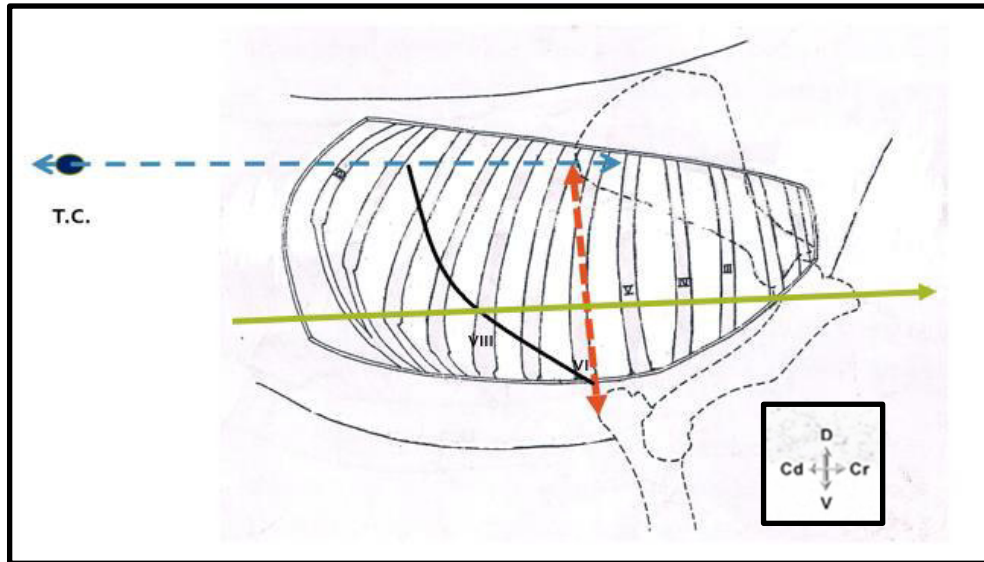
La ubicación anatómo-topográfica de las válvulas cardíacas “*in situ*” de las alpacas en el presente estudio guarda concordancia con lo descrito por Cebra *et al.* (2014), quienes emplearon técnicas ecocardiográficas para la ubicación de las válvulas cardíacas en ejemplares adultos de la misma especie.

Para delimitar el área pulmonar en la alpaca se procedió al retiro de los músculos intercostales, y con las costillas, *in situ*, se determinó el límite pulmonar del área de auscultación y percusión pulmonar derecha e izquierda de la alpaca (Fig. 8, Fig. 9, Fig 10 y Fig.11). Dicha área de auscultación y percusión pulmonar estuvo delimitada por tres bordes o líneas denominadas líneas de auscultación pulmonar:

Línea de auscultación pulmonar craneal que se extendió desde el ángulo caudal de la escápula hasta la tuberosidad olecraneana, pasando por el borde caudal de la cabeza larga del músculo tríceps braquial.

Línea dorsal o vertebral, formado por una línea que se extendió desde el ángulo caudal de la escápula al tubérculo coxal que también se aproxima a nivel de los procesos transversos de las vértebras y al borde ventrolateral del músculo dorsal largo. Y la tercera línea, la línea diafragmática o caudal, que describe una línea curva, se extendió desde la sexta costilla a nivel de la articulación costocondral en dirección dorsal, en el punto medio, se intersecta con la línea de

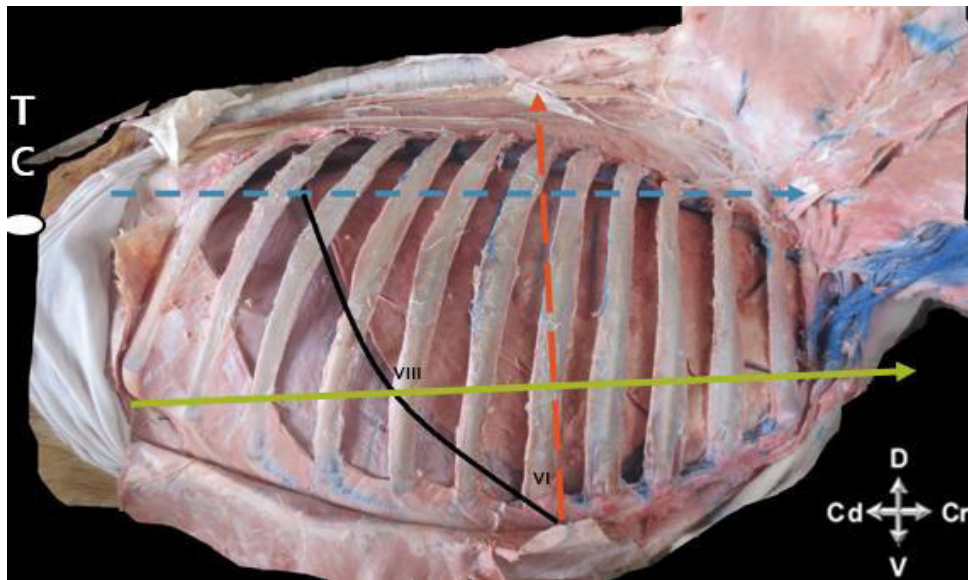
la articulación escápulo humeral a nivel de la octava costilla; cortando a la línea dorsal a nivel del décimo espacio intercostal. Las líneas o bordes craneal y dorsal son similares a lo descrito en la mayoría de animales mamíferos domésticos, mientras que el borde o línea caudoventral varía en cada especie, que se dirigen desde la tuberosidad olecraneana al penúltimo espacio intercostal (McFarland, 1970; Radostits, 2002).



(VISTA LATERAL DERECHA)

Fig. 8. Delimitación del área de auscultación pulmonar en alpacas (lado derecho). **III**, tercera costilla. **IV**, cuarta costilla. **V**, quinta costilla. **XII**, decima segunda costilla.

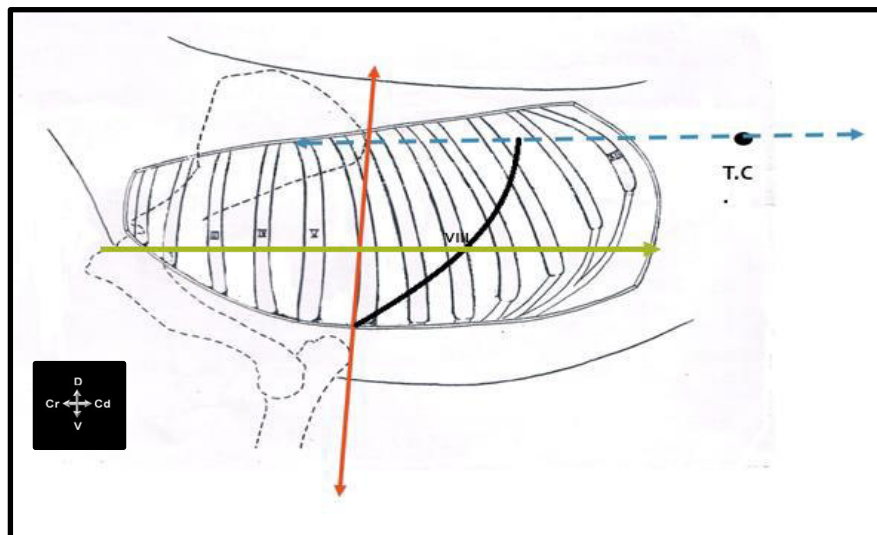
- ←---→ Línea dorsal
- ←---→ Línea craneal
- Línea caudoventral



(VISTA LATERAL DERECHA)

Fig. 9. Delimitación del área de auscultación pulmonar en alpacas (lado derecho). **VI**, sexta costilla. **VIII**, octava costilla. **T.C.**, tuberosidad coxal

- ←--- Línea dorsal
- ←--- Línea craneal
- Línea caudoventral



(VISTA LATERAL IZQUIERDA)

Fig. 10. Delimitación del área de auscultación pulmonar en alpacas (lado izquierdo)

III, tercera costilla. **IV**, cuarta costilla. **V**, quinta costilla. **XII**, décima segunda costilla.

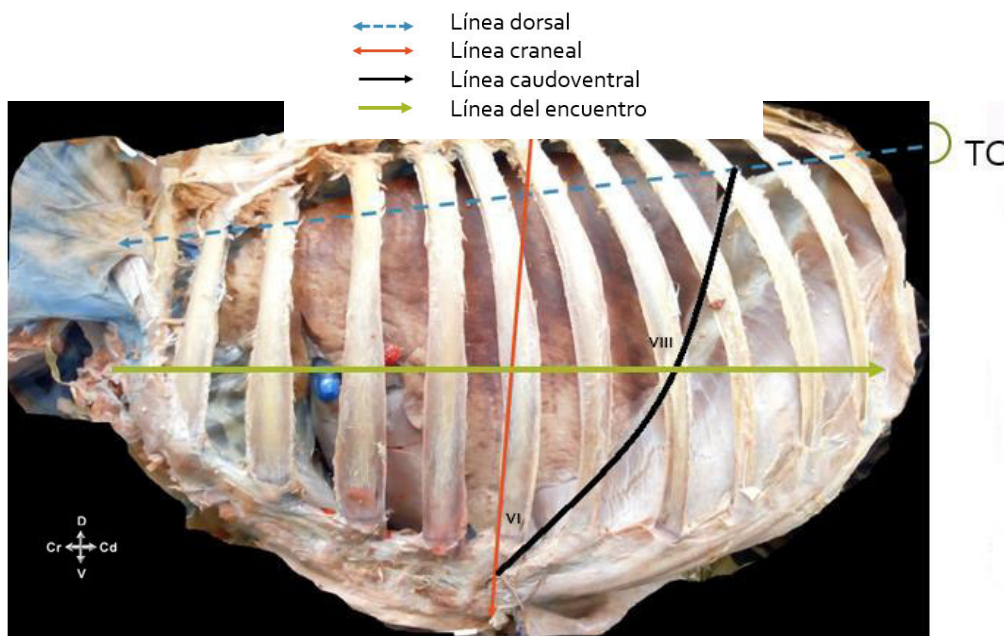


Fig. 11. Delimitación del área de auscultación pulmonar en alpacas (lado izquierdo)

VI, sexta costilla. **VIII**, octava costilla. **T.C.**, tuberosidad coxal.

- ←---→ Línea dorsal
- ←---→ Línea craneal
- Línea caudoventral
- Línea del encuentro

Las áreas de auscultación y percusión cardíaca y pulmonar en las alpacas fueron corroboradas en campo, en dos animales, en la Facultad de Medicina Veterinaria.

V. CONCLUSIONES

1.- El área de auscultación de las válvulas cardíacas en la alpaca son cuatro:

En el lado izquierdo:

- Válvula Atrio Ventricular Izquierda, se ubica entre el cuarto espacio intercostal y la quinta costilla, a nivel de la línea de la articulación escápulo - humeral. La Válvula Sigmoides Pulmonar, se ubica en el tercer espacio intercostal, a la altura de la articulación del hombro y de la válvula atrio ventricular izquierda. La Válvula Sigmoides Aórtica, se ubica en el cuarto espacio intercostal, ligeramente dorsal a la línea de la articulación escápulo humeral y dorsal a las dos válvulas atrio ventricular izquierda y sigmoides pulmonar.

En el lado derecho:

- Válvula Atrio Ventricular Derecha se ubica en el cuarto espacio intercostal, a la altura de la articulación escápulo humeral.

2.- El corazón de la alpaca tiene mayor contacto con la pared torácica izquierda, que va desde la tercera costilla al sexto espacio intercostal.

3.- El área de auscultación y percusión pulmonar en la alpaca está delimitado por las siguientes líneas:

- Línea craneal, que se extiende desde el ángulo caudal de escápula hasta la tuberosidad olecraneana, pasando por el borde caudal de la porción larga del músculo tríceps braquial. Línea dorsal, parte del ángulo posterior de la escápula a la tuberosidad coxal, esta línea pasa paralela a los procesos transversales de las vértebras torácicas y lumbares y de los músculos epaxiales como el músculo dorsal largo. Línea caudoventral, que se extiende desde la sexta costilla a nivel de la articulación costochondral en dirección

caudodorsal, interceptándose con la línea de la articulación escápulo humeral a nivel de la octava costilla y con la línea dorsal a nivel del penúltimo espacio intercostal.

V. LITERATURA CITADA

1. **Australian Alpaca Association Ltd.. 2008.** Body Condition Score (BCS) of alpacas. Australian Alpaca. Note 04. 1:1-2. [Internet], [11 de marzo 2018]. Disponible en: <http://www.alpaca.asn.au/docs/about/info/4bodycondition.pdf>.
2. **Budras KD, Habel RE. 2011.** Bovine Anatomy. 2da ed. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Alemania. 176 p.
3. **Budras KD, Sack WO, Horowitz A. 2009.** Anatomy of the horse. 5ta ed. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Alemania 199 p.
4. **Cebra C, Alderson DE, Tibary A, Van Saun RJ, Jhonson LW. 2014.** Llama and alpaca care: Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition and Herd Health. 1ª ed. Canada: Elsevier. 789 p.
5. **Costa RG, Jacinto M, Camacho M, Medeiros A, Oliveiras R, Rey S. 2006.** Aspectos Estructurales de la piel ovina y su resistencia. [Internet], [19 de febrero 2018]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/14-piel.pdf.
6. **Dyce KM, Sack WO, Wensing CJ. 2007.** Anatomía Veterinaria. 3ra. Ed. Editorial El Manual Moderno, S.A. México. 952 p.
7. **Evans HE, De Lahunta A. 2002.** Discción del Perro. 4ta ed. McGraw-Hill Interamericana Editores. México 380 p.
8. **INEI 2012. IV Censo Nacional Agropecuario. 2012.** Instituto Nacional de Estadística e Informática. 40 p.
9. **Fowler M. 2010.** Medicine and Surgery of Camelids. 3ra ed. Wiley-Blackwell A John Willey & Sons Inc, NJ. 630 p.
10. **Fuentes L. 1953.** Contribución a la Osteología de la alpaca (*Lama glama pacos*). Tesis para optar grado de Bachiller en Medicina Veterinaria. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 70 p.
11. **König HE; Liebich HG. 2005.** Anatomía de los animales domésticos. Tomo I. 2da ed. España. Editorial Médica Panamericana. 292 p.

12. **Marek J. 1973.** Diagnóstico Clínico de las Enfermedades Internas de los Animales Domésticos. 4ta ed. Editorial Labor S.A. España. 675 p.
13. **McFarland. 1970.** Veterinary Surgical Anatomy. Department of Anatomy School of Veterinary Medicine. Universidad of California Davis, California. 329 p.
14. **Medina C. 1995.** Estudio Anatómico de los Músculos del Tórax y Abdomen de la Alpaca (*Lama pacos*). Tesis Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 50 p.
15. **Paredes M. 2012.** Caracterización fenotípica y molecular de poblaciones de alpacas (*Vicugna pacos*) de las comunidades alto andinas y aplicación al programa de mejora de la calidad de la fibra. Tesis doctoral. Córdoba: Univ. de Córdoba. 139 p.
16. **Pérez W, Méndez V, Vazquez N, Navarrete M, König HE. 2017.** Gross anatomy of the heart of the alpaca (*Vicugna pacos*). Anat Histol Embryol 47: 110-118.
17. **Radostis OM, Mayhew IG, Houston DM. 2002.** Examen y diagnóstico clínico en veterinaria. Editorial Harcourt S.A. España. 771 p.
18. **Rehan S, Sarwar A. 2007.** Morphometric analysis of heart, kidneys and adrenal glands in dromedary camel calves. J Camel Pract Resear 14(1): 27-31.
19. **Sarmiento R. 2011.** Semiología Clínica Veterinaria. Editorial Scripto Ltda. Colombia. 540 p.
20. **Shively M. J. 1993.** Anatomía Veterinaria Básica, Comparativa y Clínica. México. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V p: 287-290.
21. **Sato A, Guzman C. 1978.** Escotadura cardiaca del pulmón y áreas de auscultación cardiaca de la alpaca (*Lama pacos*). Boletín. Centro de Investigacion IVITA, Departamento de Anatomía e Histología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
22. **Sisson S, Grossman JD. 2000.** Anatomía de los Animales Domésticos. Tomo I y II. 5ta ed. España. Editorial Masson. 2302 p.
23. **Tharwat M, Al-Sobayil F, Ali A. J, Vélez V, Zegarra J, Buczinski S. 2012.** Echocardiography of the normal camel (*Camelus dromedaries*) heart: technique and cardiac dimensions. [Internet], [29 de noviembre 2018]. Disponible en: <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-6148-8-130>.

- 24. Tilley I, Smith F, Oyama M, Sleeper M.** Manual de Cardiología Canina y Felina. 1ra edición. Editorial Multimedica Ediciones Veterinarias. España. 393 p.
- 25. Torres J, Vélez V, Zegarra J, Díaz G. 2007.** Caracterización de la histología de la piel de alpaca. [Internet], [1 de febrero 2018]. Disponible en:http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_de_camelidos/anatomia/149-Torres_Piel_alpacas.pdf.
- 26. Pérez W, Méndez V, Vazquez N, Navarrete M, Köning H. E. 2017.** Gross anatomy of the heart of the alpaca (*Vicugna pacos*, Linnaeus 1758).